

명세서

발명의 명칭: 선박의 액화가스 공급 시스템 및 방법 그리고 선박의 액화가스 연료 공급 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 선박의 저장탱크에 액화가스를 공급할 때 발생하는 증발가스를 외부로 회송하지 않고 선내에서 처리할 수 있는 액화가스 공급 시스템 및 방법에 관한 것이다.
- [2] 또한, 본 발명은 선박의 연료탱크에 액화가스 연료를 공급할 때 발생하는 증발가스를 외부로 회송하지 않고 선내에서 처리할 수 있는 선박의 액화가스 연료 공급 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [3] 일반적으로 천연가스는 생산지에서 액화천연가스(LNG; Liquefied Natural Gas)의 상태로 만들어진 후, LNG 운반선에 의해 육상의 가스 터미널까지 수송된다.
- [4] 선박에 구비되는 비어있는 LNG 저장탱크에는 일반적으로 가스 폭발을 방지하기 위하여 불활성 가스가 채워져있다. 즉, LNG 운반선을 운항하기 전 시운전 단계에서 또는 LNG 운반선의 LNG 저장탱크에 LNG를 저장하기 전에, 탱크에 채워져 있는 불활성 가스를 천연가스로 치환하는 치환 공정(gassing up)을 실시한다.
- [5] 또한, 치환 공정 후에는 탱크 내부의 온도를 낮추는 쿨 다운 공정(cooling down)을 실시한 후 LNG를 탱크로 공급할 수 있다.
- [6] 한편, 쿨 다운 공정 및 LNG의 공급 시에는 다량의 증발가스(excessive BOG)가 발생하며, 이 증발가스는 일반적으로 가스 터미널로 반송함으로써 탱크 내부의 압력을 유지할 수 있다.
- [7] 일례로 쿨 다운 공정 단계에서는 약 4 ~ 7 MT/hr의 증발가스가 발생하고, LNG 공급 단계에는 약 7 ~ 9 MT/hr의 증발가스가 발생한다. 가스 터미널에서는 LNG 공급 시에 이와 같이 각 단계별로 약 4 ~ 9 MT/hr의 증발가스가 선박으로부터 반송되는데, 반송된 증발가스는 재액화시켜 회수하거나, GCU(Gas Combustion Unit)에서 연소시켜 처리한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 한편, 환경오염 문제를 해결하기 위한 대책으로서 LNG 연료 선박의 보급이 활성화됨에 따라 LNG 병커링 선박의 운항도 활발해지고 있다. LNG 병커링

- 선박은 LNG를 운용하는 선박이 있는 곳으로 직접 가서 해상에서 LNG 벙커링 선박으로부터 LNG 연료 선박으로 LNG를 공급해주는 선박을 말한다.
- [9] 마찬가지로 LNG 벙커링 선박으로부터 LNG 연료 선박으로 LNG를 공급해줄 때에도 LNG를 공급받는 LNG 연료 선박 내에서 다량의 증발가스가 발생한다.
- [10] LNG 연료 선박에는 화물이 실려있어 증발가스를 회수하기 위한 배관을 설치하기가 용이하지 않고, 또한, 증발가스는 인화성 물질이므로 화재나 폭발의 위험이 있기 때문에, LNG 공급 시 발생하는 증발가스를 LNG 연료 선박으로부터 회수하여 LNG 벙커링 선박에서 처리하는 것이 바람직하다.
- [11] LNG 연료를 공급받기 전 비어있는 LNG 연료탱크에는 일반적으로 가스 폭발을 방지하기 위하여 불활성 가스가 채워져있다. 즉, LNG 연료 선박의 운항을 시작하기 전 시운전 단계에서 또는 운항 중 비어있는 LNG 연료탱크에는 LNG 연료를 저장하기 전에, 탱크에 채워져 있는 불활성 가스를 천연가스로 치환하는 치환 공정(gassing up)이 필요하다.
- [12] 또한, 치환 공정 후에는 연료탱크 내부의 온도를 낮추는 쿨 다운 공정(cooling down)을 실시한 후 LNG를 연료탱크로 공급할 수 있다.
- [13] 한편, 쿨 다운 공정 및 LNG의 공급 시에는 다량의 증발가스(excessive BOG)가 발생하며, 이 증발가스는 일반적으로 가스 터미널로 회송함으로써 탱크 내부의 압력을 유지할 수 있다.
- [14] 이러한 LNG 벙커링 선박을 이용하여 해상에서 LNG 연료 선박으로 LNG 연료를 급유하는 것은 물론, LNG 벙커링 선박을 이용하여 LNG 연료탱크 등 LNG 저장탱크가 구비되는 여러 LNG 선박, 예를 들어 LNG 운반선으로 시운전용 LNG를 공급하는 기술에 대해 활발히 논의되고 있다.
- [15] 상술한 바와 같이, 시운전 대상 LNG 운반선의 비어있는 LNG 저장탱크에 LNG를 공급하기 위해서는, 치환 공정 및 쿨 다운 공정이 선행되어야 한다. 즉, LNG 벙커링 선박을 이용하여 LNG 운반선으로 시운전용 LNG를 공급해 주기 위해서는, LNG 운반선으로부터 각 단계별로 회수되는 약 4 ~ 9 MT/hr의 증발가스를 LNG 벙커링 선박에서 직접 처리할 수 있어야 한다.
- [16] 그러나, LNG 벙커링 선박의 GCU는 그 용량이 제한적이다. 실제로 LNG 벙커링 기능을 적용하고 국내 건조가 이루어지고 있는 LNG 벙커링 선박 및 실제 국내 조선사에서 건조되어 유럽 항만에서 운항 중에 있는 LNG 벙커링 선박의 경우, GCU 용량은 1 ton 미만이다.
- [17] 또한, 시운전 단계의 LNG 운반선은 증발가스를 처리할 수 있는 GCU나 재액화 장치의 운전이 준비되지 않는 상태에 있으므로, LNG 운반선 자체에서 증발가스를 처리하는 것은 불가능하다 할 수 있다.
- [18] 이와 같이, 현실적으로 증발가스를 대기중으로 벤팅시키지 않고서는 쿨 다운 및 공급 시 발생하는 증발가스를 모두 처리할 수 없는 상황이다.
- [19] 따라서, 본 발명은 상술한 문제를 해결하고자 하는 것을 목적으로 하며, LNG 운반선의 LNG 저장탱크로 LNG 또는 시운전용 LNG를 공급할 때 발생하는

증발가스를 LNG 병커링 선박으로 회수하지 않고 LNG 운반선에서 자체 처리할 수 있는 선박의 액화가스 공급 시스템 및 방법을 제공하고자 한다.

- [20] 또한, LNG 연료 선박의 LNG 연료탱크로 LNG를 공급할 때 발생하는 증발가스를 LNG 병커링 선박으로 회수하지 않고 LNG 연료 선박에서 자체 처리할 수 있는 선박의 액화가스 연료 공급 시스템을 제공하고자 한다.

기술적 해결방법

- [21] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 의하면, 액화가스 공급 선박으로부터 다수개의 액화가스 저장탱크를 포함하는 선박에 액화가스를 공급하는 액화가스 공급 시스템에 있어서, 상기 액화가스 공급 선박으로부터 상기 다수개의 액화가스 저장탱크 중 어느 하나의 액화가스 저장탱크로 액화가스를 공급하는 액화가스 라인; 상기 어느 하나의 액화가스 저장탱크로 액화가스를 공급함으로써 생성되는 증발가스를 배출시키는 가스 배출 라인; 및 상기 증발가스를 하나 이상의 다른 액화가스 저장탱크에 공급하는 가스 공급 라인;을 포함하는, 액화가스 공급 시스템이 제공된다.
- [22] 바람직하게는, 상기 가스 배출 라인을 따라 배출되는 증발가스를 가열하는 히터를 더 포함하고, 상기 히터에서 가열된 증발가스를 상기 가스 공급 라인을 통해 하나 이상의 다른 액화가스 저장탱크에 공급할 수 있다.
- [23] 바람직하게는, 상기 어느 하나의 액화가스 저장탱크로 액화가스를 공급할 때 생성되는 증발가스를 다른 하나의 액화가스 저장탱크에 공급할 수 있다.
- [24] 바람직하게는, 상기 어느 하나의 액화가스 저장탱크로 액화가스를 공급할 때 생성되는 증발가스를 나머지 다른 모든 액화가스 저장탱크에 공급할 수 있다.
- [25] 바람직하게는, 상기 액화가스 라인은, 상기 액화가스 공급 선박과 액화가스 저장탱크를 연결하며, 상기 액화가스 공급 선박으로부터 액화가스가 이송되는 리퀴드 크로스오버 라인과, 상기 리퀴드 크로스오버 라인을 통해 공급받은 액화가스를 각 액화가스 저장탱크로 분기시켜 공급하기 위한 리퀴드 라인을 포함할 수 있다.
- [26] 바람직하게는, 상기 리퀴드 라인은, 상기 리퀴드 크로스오버 라인을 통해 액화가스가 공급될 때 하나 이상의 다른 액화가스 저장탱크로 액화가스가 공급되지 않도록 상기 리퀴드 라인을 분리하기 위한 하나 이상의 차단수단을 더 포함할 수 있다.
- [27] 바람직하게는, 상기 차단수단은, 상기 리퀴드 크로스오버 라인이 상기 리퀴드 라인과 만나는 지점과, 그 지점에서 첫 번째 만나는 액화가스 저장탱크로 분기되는 지점 사이에 설치될 수 있다.
- [28] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 일 측면에 의하면, 액화가스 공급 선박으로부터 다수개의 액화가스 저장탱크를 포함하는 선박에 액화가스를 공급하는 액화가스 공급 방법에 있어서, 액화가스 공급 선박으로부터 상기 다수개의 액화가스 저장탱크 중 어느 하나의 액화가스 저장탱크로 액화가스를

- 공급하는 액화가스 공급 단계; 상기 어느 하나의 액화가스 저장탱크로 액화가스를 공급함으로써 생성되는 증발가스를 배출시키는 증발가스 배출 단계; 상기 어느 하나의 액화가스 저장탱크로부터 배출되는 증발가스를 상기 다수개의 액화가스 저장탱크 중 하나 이상의 다른 액화가스 저장탱크에 공급하는 치환용 가스 공급 단계를 포함하는, 액화가스 공급 방법이 제공된다.
- [29] 바람직하게는, 상기 증발가스 배출 단계에서 배출된 증발가스를 가열하고, 가열된 증발가스를 하나 이상의 다른 액화가스 저장탱크에 공급할 수 있다.
- [30] 바람직하게는, 상기 어느 하나의 액화가스 저장탱크로 액화가스를 공급할 때 생성되는 증발가스를 다른 하나의 액화가스 저장탱크에 공급할 수 있다.
- [31] 바람직하게는, 상기 어느 하나의 액화가스 저장탱크로 액화가스를 공급할 때 생성되는 증발가스를 나머지 다른 모든 액화가스 저장탱크에 공급할 수 있다.
- [32] 바람직하게는, 액화가스 저장탱크 중 어느 하나의 액화가스 저장탱크로 액화가스를 공급할 때 하나 이상의 다른 액화가스 저장탱크로 액화가스가 공급되지 않도록 차단할 수 있다.
- [33] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 일 측면에 의하면, 액화가스 공급 선박으로부터, 다수개의 액화가스 저장탱크를 포함하는 액화가스 운반선에, 시운전용 액화가스를 공급하는 시운전용 액화가스 공급 방법에 있어서, 상기 액화가스 공급 선박으로부터 상기 액화가스를, 상기 액화가스 저장탱크로 분사하기 위해 구비되는 스트리핑 라인을 이용하여, 상기 다수개의 액화가스 저장탱크 중 쿨 다운 공정을 실시할 준비가 된 쿨 다운용 저장탱크로 공급하는 쿨 다운용 액화가스 공급 단계; 상기 쿨 다운용 저장탱크로 액화가스를 공급함으로써 상기 쿨 다운용 저장탱크에서 생성되는 증발가스를, 상기 액화가스 저장탱크로부터 기체를 배출시키기 위해 구비된 가스 라인을 통해 배출시키는 쿨 다운 증발가스 배출 단계; 및 상기 쿨 다운용 저장탱크로부터 배출되는 증발가스를 상기 다수개의 액화가스 저장탱크 중 치환 공정을 실시할 준비가 된 제1 치환용 저장탱크에 공급하는 제1 치환용 가스 공급 단계;를 포함하는, 선박의 시운전용 액화가스 공급 방법이 제공된다.
- [34] 바람직하게는, 상기 제1 치환용 저장탱크에는 불활성 가스가 채워져 있고, 상기 제1 치환용 저장탱크에 상기 증발가스를 공급함으로써 상기 제1 치환용 저장탱크로부터 배출되는 불활성 가스를, 상기 액화가스를 상기 액화가스 저장탱크에 저장하거나 또는 상기 액화가스 저장탱크로부터 배출시키기 위해 구비되는 리퀴드 라인 및 상기 리퀴드 라인과 벤트 마스트를 연결하는 제2 커넥트 라인을 이용하여, 상기 벤트 마스트로 공급하는 제1 불활성 가스 배출 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [35] 바람직하게는, 상기 제1 치환용 가스 공급 단계는, 상기 쿨 다운용 저장탱크로부터 배출되는 증발가스를 상기 제1 치환용 저장탱크로 공급하기 전에 압축하고, 가열하는 증발가스 처리 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [36] 바람직하게는, 상기 쿨 다운용 저장탱크로부터 배출되는 증발가스 양은, 상기

제1 치환용 저장탱크의 치환 공정에 필요한 증발가스 양과 같거나 더 많고, 상기 쿨 다운용 저장탱크의 쿨 다운이 완료되면, 상기 제1 치환용 저장탱크의 치환 공정이 완료될 수 있다.

- [37] 바람직하게는, 상기 쿨 다운용 저장탱크의 쿨 다운이 완료되면, 상기 쿨 다운용 저장탱크는 액화가스를 저장할 준비가 되고, 상기 액화가스를 저장할 준비가 된 공급용 저장탱크로, 액화가스를 상기 액화가스 저장탱크에 저장하거나 또는 상기 액화가스 저장탱크로부터 배출시키기 위해 구비되는 리퀴드 라인을 이용하여, 상기 액화가스를 공급하는 액화가스 공급 단계; 상기 공급용 저장탱크로 액화가스를 공급함으로써 상기 공급용 저장탱크에서 생성되는 증발가스를, 상기 가스 라인을 통해 배출시키는 증발가스 배출 단계; 및 상기 증발가스 배출 단계에서 배출되는 증발가스를, 상기 다수개의 액화가스 저장탱크 중 치환 공정을 실시할 준비가 된 제2 치환용 저장탱크에 공급하는 제2 치환용 가스 공급 단계;를 포함할 수 있다.
- [38] 바람직하게는, 상기 제2 치환용 저장탱크에는 불활성 가스가 채워져 있고, 상기 제2 치환용 저장탱크에 상기 증발가스를 공급함으로써 상기 제2 치환용 저장탱크로부터 배출되는 불활성 가스를, 상기 리퀴드 라인 및 상기 리퀴드 라인과 벤트 마스트를 연결하는 제2 커넥트 라인을 이용하여, 상기 벤트 마스트로 공급하는 제2 불활성 가스 배출 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [39] 바람직하게는, 상기 리퀴드 라인과 상기 공급용 저장탱크는 제1 리퀴드 라인에 의해 연결되며, 상기 리퀴드 라인과 상기 제2 치환용 저장탱크는 제3 리퀴드 라인에 의해 연결되고, 상기 리퀴드 라인으로부터 상기 제1 리퀴드 라인이 분기되는 지점과 상기 제3 리퀴드 라인이 분기되는 지점 사이에는 차단수단이 구비되고, 상기 제2 불활성 가스 배출 단계에서는 상기 차단수단을 폐쇄할 수 있다.
- [40] 바람직하게는, 상기 제2 치환용 가스 공급 단계는, 상기 공급용 저장탱크로부터 배출되는 증발가스를 상기 제2 치환용 저장탱크로 공급하기 전에 압축하고, 가열하는 제2 증발가스 처리 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [41] 또한, 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 일 측면에 의하면, 액화가스 공급 선박으로부터, 다수개의 액화가스 저장탱크를 포함하는 액화가스 운반선에, 시운전용 액화가스를 공급하는 시운전용 액화가스 공급 시스템에 있어서, 상기 액화가스 공급 선박으로부터 상기 액화가스를 상기 액화가스 저장탱크로 분사하기 위해 구비되며, 상기 다수개의 액화가스 저장탱크 중 쿨 다운 공정을 실시할 준비가 된 쿨 다운용 저장탱크로 쿨 다운용 액화가스가 이송되는 스트리핑 라인; 상기 액화가스를 상기 액화가스 저장탱크에 저장하거나 또는 상기 액화가스 저장탱크로부터 배출시키기 위해 구비되며, 상기 쿨 다운이 완료되어 액화가스를 저장할 준비가 된 공급용 저장탱크로 시운전용 액화가스가 이송되는 리퀴드 라인; 및 상기 액화가스 저장탱크로부터 기체를 배출시키기 위해 구비되며, 상기 쿨 다운용 저장탱크

또는 공급용 저장탱크로 액화가스를 공급함으로써 상기 쿨 다운용 저장탱크 또는 공급용 저장탱크에서 생성되는 증발가스가 배출되는 가스 라인;을 포함하고, 상기 가스 라인을 통해 상기 쿨 다운용 저장탱크 및 공급용 저장탱크로부터 배출되는 증발가스가 상기 다수개의 액화가스 저장탱크 중 치환 공정을 실시할 준비가 된 치환용 저장탱크로 이송되는, 선박의 시운전용 액화가스 공급 시스템이 제공된다.

- [42] 바람직하게는, 상기 리퀴드 라인과 벤트 마스트를 연결하는 제2 커넥트 라인;을 더 포함하고, 상기 치환용 저장탱크에는 불활성 가스가 채워져 있으며, 상기 치환용 저장탱크에 증발가스를 공급함으로써 상기 치환용 저장탱크로부터 배출되는 불활성 가스가 상기 리퀴드 라인 및 제2 커넥트 라인을 통해 상기 벤트 마스트로 이송될 수 있다.
- [43] 바람직하게는, 상기 리퀴드 라인과 상기 쿨 다운용 저장탱크 또는 공급용 저장탱크를 연결하는 공급용 리퀴드 분기라인; 및 상기 리퀴드 라인과 상기 치환용 저장탱크를 연결하는 치환용 리퀴드 분기라인;을 포함하며, 상기 리퀴드 라인으로부터 공급용 리퀴드 분기라인이 분기되는 지점과 상기 치환용 리퀴드 분기라인이 분기되는 지점 사이에 설치되며, 개폐제어에 의해 상기 쿨 다운용 저장탱크 또는 공급용 저장탱크로 이송되는 액화가스가 유동하는 리퀴드 라인의 경로와 상기 치환용 저장탱크로부터 배출되는 불활성 가스가 유동하는 리퀴드 라인의 경로를 상호 격리시키기 위한 차단수단;을 더 포함할 수 있다.
- [44] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 의하면, 액화가스 공급 선박으로부터 다수개의 액화가스 저장탱크를 포함하는 선박에 액화가스를 공급하는 액화가스 공급 시스템에 있어서, 상기 액화가스 공급 선박으로부터 상기 다수개의 액화가스 저장탱크 중 어느 하나의 액화가스 저장탱크로 액화가스를 공급하는 액화가스 라인; 상기 어느 하나의 액화가스 저장탱크로 액화가스를 공급함으로써 생성되는 증발가스를 배출시켜 상기 하나 이상의 다른 액화가스 저장탱크에 공급하는 가스 공급 라인;을 포함하고, 상기 증발가스를 공급받는 액화가스 저장탱크로부터 배출되는 기체는 상기 액화가스 라인을 이용하여 배출시키되, 상기 액화가스 라인을 통해 액화가스를 공급받는 액화가스 저장탱크와, 상기 증발가스를 공급받는 액화가스 저장탱크 사이의 액화가스 라인에 구비되며, 상기 액화가스 라인을 따라 유동하는 액화가스와 증발가스의 흐름이 혼합되지 않도록 차단하는 차단수단;을 더 포함하는, 액화가스 공급 시스템이 제공된다.
- [45] 바람직하게는, 매니폴드; 및 상기 매니폴드와 액화가스 라인을 연결하는 크로스오버 라인;을 더 포함하고, 상기 차단수단은 상기 크로스오버 라인과 액화가스 라인이 만나는 지점에 구비되는 3방향 밸브일 수 있다.
- [46] 바람직하게는, 상기 가스 배출 라인을 따라 배출되는 증발가스를 가열하는 히터를 더 포함하고, 상기 히터에서 가열된 증발가스를 상기 가스 공급 라인을 통해 하나 이상의 다른 액화가스 저장탱크에 공급할 수 있다.

- [47] 바람직하게는, 상기 증발가스를 공급받는 액화가스 저장탱크로부터 배출되는 기체는 불활성 가스이며, 상기 액화가스 라인과 벤트 마스트를 연결하는 커넥트 라인;을 더 포함하고, 상기 불활성 가스는 액화가스 저장탱크로부터 벤트 마스트로 이송될 수 있다.
- [48] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 일 측면에 의하면, 액화가스 공급 선박으로부터 다수개의 액화가스 저장탱크를 포함하는 선박에 액화가스를 공급하는 액화가스 공급 방법에 있어서, 액화가스 공급 선박으로부터 상기 다수개의 액화가스 저장탱크 중 어느 하나의 액화가스 저장탱크로 액화가스를 공급하는 액화가스 공급 단계; 상기 어느 하나의 액화가스 저장탱크로 액화가스를 공급함으로써 생성되는 증발가스를 배출시키는 증발가스 배출 단계; 상기 어느 하나의 액화가스 저장탱크로부터 배출되는 증발가스를 상기 다수개의 액화가스 저장탱크 중 하나 이상의 다른 액화가스 저장탱크에 공급하는 치환용 가스 공급 단계; 및 상기 증발가스를 공급받음으로써 상기 증발가스를 공급받는 액화가스 저장탱크에 채워져있던 불활성 가스를 배출시키는 불활성 가스 배출 단계;를 포함하고, 상기 불활성 가스는 상기 액화가스를 상기 액화가스 저장탱크로 공급하는 라인을 통해 배출시키는, 액화가스 공급 방법이 제공된다.
- [49] 바람직하게는, 상기 불활성 가스 배출 단계는, 상기 액화가스를 상기 액화가스 저장탱크로 공급하는 라인 중에서 액화가스가 상기 액화가스 저장탱크로 유동하는 부분과 상기 불활성 가스가 유동하는 부분을 상호 격리시키는 격리 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [50] 바람직하게는, 상기 증발가스 배출 단계에서 배출된 증발가스를 가열하고, 가열된 증발가스를 하나 이상의 다른 액화가스 저장탱크에 공급할 수 있다.
- [51] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 일 측면에 의하면, 액화가스 공급 선박으로부터, 다수개의 액화가스 저장탱크를 포함하는 액화가스 운반선에, 시운전용 액화가스를 공급하는 시운전용 액화가스 공급 시스템에 있어서, 상기 다수개의 액화가스 저장탱크에는 각각, 액화가스 이송용 리퀴드 분기라인; 액화가스 분사용 스트리핑 분기라인 및 증발가스 이송용 가스 분기라인;이 구비되고, 상기 각 가스 분기라인을 연결하는 가스 라인; 및 상기 각 리퀴드 분기라인을 연결하는 리퀴드 라인;을 포함하며, 상기 다수개의 액화가스 저장탱크는, 불활성 가스로 채워져 있으며, 치환 공정을 실시할 대상인 치환용 저장탱크; 및 상기 치환 공정이 완료되어 액화가스를 공급받을 준비가 된 저장탱크;를 포함하고, 상기 액화가스 공급 선박으로부터, 상기 액화가스를 공급받을 준비가 된 저장탱크와 연결된 리퀴드 분기라인 또는 스트리핑 분기라인을 이용하여 액화가스가 공급됨과 동시에 상기 액화가스를 공급받을 준비가 된 저장탱크로부터 배출되는 증발가스가 상기 가스 라인을 통해 상기 치환용 저장탱크로 이송되고, 상기 치환용 저장탱크에 채워져 있던 불활성 가스는 상기 치환용 저장탱크에 구비된 리퀴드 분기라인을 통해 배출되도록 그

경로를 제어하는 차단수단;을 더 포함하는, 선박의 시운전용 액화가스 공급 시스템이 제공된다.

- [52] 바람직하게는, 상기 리퀴드 라인과 상기 액화가스 운반선의 매니폴드를 연결하는 리퀴드 크로스 오버 라인;을 더 포함하고, 상기 차단수단은, 상기 리퀴드 라인과 리퀴드 크로스 오버 라인이 연결되는 지점에 구비되는 3방향 밸브일 수 있다.
- [53] 바람직하게는, 상기 차단수단은, 상기 액화가스를 공급받을 준비가 된 저장탱크의 리퀴드 분기라인이 상기 리퀴드 라인에 연결되는 지점 및 상기 치환용 저장탱크의 리퀴드 분기라인이 상기 리퀴드 라인에 연결되는 지점 사이에 구비될 수 있다.
- [54] 바람직하게는, 상기 가스 라인에는, 상기 증발가스를 압축하는 압축기; 및 상기 압축기에 의해 압축된 증발가스를 가열하는 히터;가 구비되어, 상기 액화가스를 공급받을 준비가 된 저장탱크로부터 치환용 저장탱크로 이송되는 증발가스를 압축 및 가열하여 공급할 수 있다.
- [55] 바람직하게는, 상기 액화가스를 공급받을 준비가 된 저장탱크는, 상기 치환 공정이 완료된 쿨 다운 공정 대상인 쿨 다운용 저장탱크; 및 상기 쿨 다운 공정이 완료된 시운전용 액화가스 공급 공정 대상인 공급용 저장탱크;를 포함하며, 상기 쿨 다운용 저장탱크는 상기 스트리핑 분기라인을 통해 액화가스를 공급받고, 상기 공급용 저장탱크는 상기 리퀴드 분기라인을 통해 액화가스를 공급받을 수 있다.
- [56] 바람직하게는, 상기 치환용 저장탱크는, 상기 쿨 다운용 저장탱크로부터 증발가스를 공급받는 제1 치환용 저장탱크; 및 상기 공급용 저장탱크로부터 증발가스를 공급받는 제2 치환용 저장탱크;를 포함할 수 있다.
- [57] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 의하면, 액화가스 공급 선박으로부터 둘 이상의 액화가스 연료탱크를 포함하는 액화가스 연료 선박으로 액화가스 연료를 공급하는 시스템에 있어서, 액화가스 연료를 저장하는 제1 연료탱크; 및 액화가스 연료를 저장하는 제2 연료탱크;를 포함하며, 상기 액화가스 공급 선박으로부터, 상기 제1 연료탱크와 연결된 리퀴드 분기라인 또는 스트리핑 분기라인을 이용하여 액화가스 연료를 공급함과 동시에, 상기 제1 연료탱크로부터 배출되는 증발가스를 가스 라인을 통해 상기 제2 연료탱크의 치환용 가스로 공급하는, 선박의 액화가스 연료 공급 시스템이 제공된다.
- [58] 바람직하게는, 상기 가스 라인에는, 상기 증발가스를 압축하는 압축기; 및 상기 압축기에 의해 압축된 증발가스를 가열하는 히터;가 구비되어, 상기 제1 연료탱크로부터 제2 연료탱크로 이송되는 증발가스를 압축 및 가열하여 공급할 수 있다.
- [59] 바람직하게는, 상기 각 리퀴드 분기라인을 연결하는 리퀴드 라인; 및 상기 리퀴드 라인으로부터 상기 제1 연료탱크의 리퀴드 분기라인이 분기되는 지점과

상기 리퀴드 라인으로부터 상기 제2 연료탱크의 리퀴드 분기라인이 분기되는 지점 사이에 구비되는 차단수단;을 더 포함할 수 있다.

[60] 바람직하게는, 상기 리퀴드 분기라인을 이용하여 상기 제1 연료탱크로 액화가스를 공급할 때, 상기 제2 연료탱크로부터 배출되는 기체는 상기 제2 연료탱크와 연결된 리퀴드 분기라인을 통해 배출되며, 상기 차단수단은 폐쇄될 수 있다.

[61] 바람직하게는, 상기 제2 연료탱크의 리퀴드 분기라인과 상기 차단수단의 후단을 연결하는 제1 커넥트 라인;을 더 포함할 수 있다.

[62] 바람직하게는, 상기 액화가스가 상기 리퀴드 분기라인을 통해 제1 연료탱크로 공급될 때, 상기 제2 연료탱크로부터 배출되는 기체는 상기 리퀴드 라인 및 제1 커넥트 라인을 통해 벤트 마스트로 배출될 수 있다.

발명의 효과

[63] 본 발명에 따른 선박의 액화가스 공급 시스템 및 방법 그리고 선박의 액화가스 연료 공급 시스템은, LNG 운반선 또는 LNG 연료 선박의 LNG 연료탱크 등 LNG 저장탱크로 LNG를 공급해줄 때, LNG 저장탱크에서 발생하는 증발가스를 LNG 공급처로 회수하지 않고 LNG 운반선 내에서 자체 처리할 수 있다.

[64] 특히, LNG 운반선 또는 LNG 연료 선박의 시운전 단계 또는 LNG 저장탱크가 비어있는 상태에서 LNG를 공급하고자 할 때, LNG의 쿨 다운 공정 및 LNG 공급 공정 시 발생하는 증발가스를 LNG 병커링 선박으로 회수하지 않고 LNG 운반선 또는 LNG 연료 선박에서 자체 처리할 수 있다.

[65] 따라서, 해상에서 LNG 병커링 선박을 이용하여 LNG 운반선 또는 LNG 연료 선박에 시운전용 LNG를 공급할 수 있다.

[66] 또한, 치환 공정을 위하여 LNG를 강제기화시키지 않아도 된다.

[67] 또한, LNG를 공급하는 선박에서 증발가스 처리와 LNG 공급을 동시에 실시할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[68] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 액화가스 공급 시스템을 간략하게 도시한 개념도이다.

[69] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 액화가스 공급 시스템의 제4 저장탱크의 쿨 다운 시 유체의 유동 상태를 나타낸 도면이다.

[70] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 액화가스 공급 시스템의 제4 저장탱크의 쿨 다운 시 유체의 유동 상태를 나타낸 도면이다.

[71] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 액화가스 공급 시스템의 제4 저장탱크로 LNG를 공급할 때 유체의 유동 상태를 나타낸 도면이다.

[72] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 액화가스 공급 시스템의 제4 저장탱크로 LNG를 공급할 때 유체의 유동 상태를 나타낸 도면이다.

[73] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 선박의 액화가스 연료 공급 시스템을

간략하게 도시한 개념도이다.

[74] 도 7는 본 발명의 일 실시예에 따른 선박의 액화가스 연료 공급 시스템의 제1 연료탱크의 쿨 다운 시 유체의 유동 상태를 나타낸 도면이다.

[75] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 선박의 액화가스 연료 공급 시스템의 제1 연료탱크의 쿨 다운 시 유체의 유동 상태를 나타낸 도면이다.

[76] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 선박의 액화가스 연료 공급 시스템의 제1 연료탱크로 LNG를 공급할 때 유체의 유동 상태를 나타낸 도면이다.

[77] 도 10는 본 발명의 다른 실시예에 따른 선박의 액화가스 연료 공급 시스템의 제1 연료탱크로 LNG를 공급할 때 유체의 유동 상태를 나타낸 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

[78] 본 발명의 동작상 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부도면 및 첨부도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[79] 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 구성 및 작용을 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서 각 도면의 구성요소들에 대해 참조 부호를 부가함에 있어 동일한 구성요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호로 표기되었음에 유의하여야 한다. 또한, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[80]

[81] 후술하는 본 발명의 실시예에서 액화가스는, 가스를 저온으로 액화시켜 수송할 수 있는 액화가스일 수 있으며, 예를 들어, LNG(Liquefied Natural Gas), LEG(Liquefied Ethane Gas), LPG(Liquefied Petroleum Gas), 액화에틸렌가스(Liquefied Ethylene Gas), 액화프로필렌가스(Liquefied Propylene Gas) 등과 같은 액화가스일 수 있다. 또는, 액화 이산화탄소, 액화 수소, 액화 암모니아 등의 액체 가스일 수도 있다. 다만, 후술하는 실시예에서는 대표적인 액화가스인 LNG가 적용되는 것을 예로 들어 설명하기로 한다.

[82] 또한, 후술하는 실시예에서 선박은 액화천연가스를 화물로서 운반하는 액화천연가스 운반선(LNG Carrier)의 경우를 예로 들어 설명하지만, 본 발명은 액화천연가스를 저장하는 저장탱크를 갖춘 LNG FSRU(Floating Storage Regasification Unit), LNG FPSO(Floating Production Storage Offloading), LNG RV(Regasification Vessel) 등 액화가스 저장탱크가 마련되거나 액화가스를 연료로써 공급받는 엔진이 적용되는 LNG 연료 선박 등 모든 해양구조물 또는 선박에 적용할 수 있다.

[83] 또한, 후술하는 실시예에서 저장탱크란, 액화가스를 저장하는 탱크라면 명칭을 불문하고 모든 화물탱크, 연료탱크 등을 포함하는 개념이다.

[84]

- [85] 이하, 도 1 내지 도 10을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 선박의 액화가스 공급 시스템 및 방법 그리고 선박의 액화가스 연료 공급 시스템을 설명하기로 한다.
- [86] 본 발명의 일 실시예들에 따른 선박은, 다수개의 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)와, 다수개의 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)로 LNG를 공급하기 위하여 LNG 병커링 선박 등 LNG를 공급해주는 선박 또는 터미널과 연결되는 매니폴드와, 다수개의 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)와 매니폴드를 연결하는 유체 이송배관을 포함한다.
- [87] 유체 이송배관은, LNG 공급 선박으로부터 다수개의 LNG 저장탱크 중 어느 하나의 LNG 저장탱크로 액화가스를 공급하는 액화가스 라인과, 어느 하나의 LNG 저장탱크로 LNG를 공급함으로써 생성되는 증발가스를 배출시키는 가스 배출 라인과, 증발가스를 하나 이상의 다른 LNG 저장탱크에 공급하는 가스 공급 라인을 포함한다.
- [88] 후술하는 본 실시예에서 액화가스 라인은, 리퀴드 라인(LL) 및 리퀴드 분기라인(LL1, LL2, LL3, LL4), 스트리핑 라인(SL) 및 스트리핑 분기라인(SL1, SL2, SL3, SL4)을 의미할 수 있다.
- [89] 또한, 가스 배출 라인은 가스 라인(GL) 및 가스 분기라인(GL1, GL2, GL3, GL4) 그리고 제1 및 제2 커넥트 라인(CL1, CL2)을 의미할 수 있으며, 또는 리퀴드 라인(LL) 및 리퀴드 분기라인(LL1, LL2, LL3, LL4)을 따라 가스가 유동할 때에는 리퀴드 라인(LL) 및 리퀴드 분기라인(LL1, LL2, LL3, LL4)을 의미할 수도 있다.
- [90] 또한, 가스 공급 라인은 가스 라인(GL) 및 가스 분기라인(GL1, GL2, GL3, GL4)을 의미할 수 있다.
- [91] 본 실시예에서 선박은 LNG 병커링 선박과 연결되어 LNG 병커링 선박으로부터 매니폴드를 통해 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)로 LNG를 공급받는 것을 예로 들어 설명하기로 한다.
- [92] 또한, 본 발명의 일 실시예에서는 선박의 시운전을 목적으로 LNG 병커링 선박으로부터 LNG 저장탱크의 초기 쿨 다운용 LNG와 시운전용 LNG를 공급하는 것을 예로 들어 설명한다. 그러나, 이에 한정하는 것은 아니고, LNG 선박의 LNG 연료탱크에 LNG를 공급하는 경우나 LNG 저장탱크로 LNG를 공급하는 경우 등 둘 이상의 LNG 탱크가 구비되는 LNG 선박에 있어서 LNG 탱크로 LNG를 공급받을 때에는 어떠한 경우에도 다양하게 적용될 수 있을 것이다.
- [93] 또한, 도면에 도시되어 있지는 않지만, 본 실시예에 따른 선박은, LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)에 저장된 LNG를 연료로 사용하여 추진 에너지를 생성하는 메인 엔진과, LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)에 저장된 LNG를 연료로 사용하여 전기 에너지를 생성하는 발전 엔진과, LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)에 저장된 LNG 또는 LNG가 자연기화하여 생성된 증발가스를 메인 엔진 및 발전 엔진의 연료로 공급하는 연료 공급부와, 증발가스를 재액화시켜 LNG

저장탱크(T1, T2, T3, T4)로 회수하는 재액화부와, 증발가스 또는 엔진으로부터 트립된 가스를 처리하는 가스 처리부(100, 200)를 포함할 수 있다.

- [94] 또한, LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)는 다수대가 설치될 수 있으며, 본 실시예에서는 도 1 내지 도 5에 도시된 바와 같이 4대의 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)가 구비되는 것을 예로 들어 도시하였다. 이와 같이 본 실시예에서는 4대의 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)가 구비되는 것을 예로 들어 설명하지만 이에 한정하는 것은 아니다. 또한, 본 실시예에서는 선수부에 설치되는 LNG 저장탱크부터 선미부에 설치되는 LNG 저장탱크까지 차례로 제1 저장탱크(T1), 제2 저장탱크(T2), 제3 저장탱크(T3) 및 제4 저장탱크(T4)라 칭하기로 한다.
- [95] 매니폴드는, 액체 상태의 유체가 유동하는 리퀴드용과 기체 상태의 유체가 유동하는 베이퍼용이 따로 구비되나, 도 1 내지 도 5에는 본 실시예를 설명하는데 있어서 필요한 리퀴드용 매니폴드(L)만 도시하였다.
- [96] 유체 이송배관은, 매니폴드(L)와 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4) 사이에서 액체 상태의 LNG가 이송되도록 구비되는 리퀴드 라인(LL) 및 스트리핑 라인(SL), 그리고 기체 상태의 천연가스가 이송되도록 구비되는 가스 라인(GL)을 포함한다.
- [97] 리퀴드 라인(LL) 및 스트리핑 라인(SL)은 매니폴드(L)와 리퀴드 크로스오버 라인(LC)을 통해 연결된다.
- [98] LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)로부터 매니폴드(L)를 통해 LNG를 하역(unloading)할 때와, 매니폴드(L)를 통해 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)로 LNG를 공급(loading)할 때에는, LNG가 리퀴드 라인(LL)을 통해 이송될 수 있다.
- [99] 또한, 매니폴드(L)를 통해 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)로 LNG를 분사해주기 위한 목적과 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4) 내의 LNG를 스트리핑시키기 위한 목적으로 LNG를 이송할 때에는 스트리핑 라인(SL)을 따라 LNG가 유동할 수 있다.
- [100] 본 실시예의 선박은, 리퀴드 라인(LL)으로부터 각 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)를 향해 분기되는 라인을 더 포함한다. 보다 구체적으로는, 리퀴드 라인(LL)으로부터 제1 저장탱크(T1)로 분기되는 제1 리퀴드 라인(LL1), 리퀴드 라인(LL)으로부터 제2 저장탱크(T2)로 분기되는 제2 리퀴드 라인(LL2), 리퀴드 라인(LL)으로부터 제3 저장탱크(T3)로 분기되는 제3 리퀴드 라인(LL3) 및 리퀴드 라인(LL)으로부터 제4 저장탱크(T4)로 분기되는 제4 리퀴드 라인(LL4)을 포함한다.
- [101] 제1 내지 제4 리퀴드 라인(LL1, LL2, LL3, LL4)은 각각 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)의 내부 저면까지 연장된다.
- [102] 또한, 스트리핑 라인(SL)으로부터 각 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)를 향해 분기되는 라인을 더 포함한다. 보다 구체적으로는, 스트리핑 라인(SL)으로부터 제1 저장탱크(T1)로 분기되는 제1 스트리핑 라인(SL1), 스트리핑 라인(SL)으로부터 제2 저장탱크(T2)로 분기되는 제2 스트리핑 라인(SL2),

스트리핑 라인(SL)으로부터 제3 저장탱크(T3)로 분기되는 제3 스트리핑 라인(SL3) 및 스트리핑 라인(SL)으로부터 제4 저장탱크(T4)로 분기되는 제4 스트리핑 라인(SL4)을 포함한다.

- [103] 제1 내지 제4 스트리핑 라인(SL1, SL2, SL3, SL4)은 각각 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)의 리퀴드룸 또는 가스룸을 통해 연결되며, 탱크 상부에 설치되는 분사노즐과 연결된다. 즉, 제1 내지 제4 스트리핑 라인(SL1, SL2, SL3, SL4)을 통해 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)로 이송되는 LNG는 탱크 상부에서 하부를 향해 분사 공급된다.
- [104] 또한, 제1 내지 제4 스트리핑 라인 (SL1, SL2, SL3, SL4)은 각각 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4) 내부의 하부까지 그 길이가 더 연장되어 있을 수도 있다.
- [105] 본 실시예의 가스 라인(GL)은 증발가스 처리부와 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)를 연결하는데, 도 1 내지 도 5에는 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)로부터 배출된 증발가스가 유동하는 가스 라인(GL)만이 도시되어 있지만, 기체 상태의 천연가스가 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)와 매니폴드 및 증발가스 처리부 사이를 유동하도록 구비되는 베이퍼 라인을 더 포함할 수 있다.
- [106] 가스 라인(GL)은 각 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)의 가스룸으로부터 증발가스 처리부로 연결되는 분기라인을 포함한다. 보다 구체적으로는, 가스 라인(GL)으로부터 제1 저장탱크(T1)로 분기되는 제1 가스 라인(GL1), 가스 라인(GL)으로부터 제2 저장탱크(T2)로 분기되는 제2 가스 라인(GL2), 가스 라인(GL)으로부터 제3 저장탱크(T3)로 분기되는 제3 가스 라인(GL3) 및 가스 라인(GL)으로부터 제4 저장탱크(T4)로 분기되는 제4 가스 라인(GL4)을 포함한다.
- [107] 또한, 도면에 도시되어 있지는 않지만, 증발가스 처리부는, LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)에서 생성된 증발가스를 압축하여 엔진의 연료로서 공급하는 증발가스 연료 공급부와, 증발가스를 재액화시켜 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)로 회수하는 재액화부와, 증발가스를 연소시켜 처리하는 GCU(Gas Combustion Unit)을 포함한다.
- [108] 또한, 증발가스 처리부는, LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)에서 생성된 증발가스를 가압하는 압축기(100); 압축기(100)에 의해 압축된 증발가스를 가열하는 히터(200)를 더 포함한다.
- [109] 또한, 도면에 도시되어 있지는 않지만, 제1 내지 제4 가스 라인(GL4)은 각각 증발가스를 대기중으로 방출시키는 벤트 마스트(TM)와 연결될 수 있다. 즉, 필요에 따라서는 벤트 마스트(TM)를 통해 증발가스를 벤팅시켜 처리할 수도 있다.
- [110] 또한, 본 실시예에 따른 선박의 액화가스 공급 시스템은, 리퀴드 라인(LL)과 벤트 마스트(TM)를 연결하는 제2 커넥팅 라인(CL2);을 더 포함한다.
- [111] 본 실시예의 제2 커넥팅 라인(CL2)은 리퀴드 라인(LL)과 벤트 마스트(TM)를

연결한다. 또한, 제2 커넥팅 라인(CL2)은 리퀴드 라인(LL)과 제1 저장탱크(T1)의 가스돔을 연결할 수도 있다.

- [112] 상술한 구성들은 일반적으로 LNG 선박에 기본 설치되는 구성이며, 본 실시예에는 상술한 기본 구성들을 활용하여, LNG 벙커링 선박으로부터 본 실시예의 선박으로 LNG를 공급할 때 생성되는 증발가스를 LNG 벙커링 선박으로 회송하지 않고 선박 내에서 처리할 수 있는 방법을 제안한다.
- [113] 후술하는 실시예에서는 제4 저장탱크(T4)로 LNG를 공급하는 것을 기준으로 설명하나, 이에 한정되는 것은 아니고, 그 설명이 생략되더라도 다른 쿨 다운 또는 LNG 공급 대상 LNG 저장탱크(T1, T2, T3)로 LNG를 공급할 때에도 그 대상만을 달리하여 동일하게 적용되도록 이해될 수 있을 것이다.
- [114] 본 실시예에 따르면, 다수개의 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)의 쿨 다운 공정과 치환 공정, 그리고 공급 공정과 치환 공정을 동시에 실시할 수 있다.
- [115] 예를 들어, 치환 공정을 마친 어느 하나의 저장탱크를 쿨 다운시키고, 저장탱크를 쿨 다운시키면서 발생하는 증발가스를 가열하여 다른 하나의 저장탱크의 치환용 가스로 공급한다.
- [116] 또한, 쿨 다운을 마친 저장탱크로 LNG를 공급하며, LNG를 공급하면서 발생하는 증발가스를 가열하여 다른 하나의 저장탱크의 치환용 가스로 공급할 수도 있다.
- [117]
- [118] 먼저, 도 2 및 도 3을 참조하여 LNG 저장탱크(T1, T2, T3, T4)의 초기 쿨 다운 방법을 설명하며, 본 실시예에서는 쿨 다운 대상 저장탱크로서 제4 저장탱크(T4)를 쿨 다운시키는 방법을 대표적인 예로 들어 설명한다.
- [119] 본 실시예에 따른 선박은 매니폴드(L)를 통해 LNG 벙커링 선박과 연결된다. LNG 벙커링 선박으로부터 제4 저장탱크(T4)를 쿨 다운시킬 LNG가 리퀴드 크로스오버 라인(LC), 스트리핑 라인(SL) 및 제4 스트리핑 라인(SL4)을 따라 제4 저장탱크(T4)로 분사 공급된다.
- [120] 제4 저장탱크(T4)로 쿨 다운용 LNG가 분사 공급되면, 제4 저장탱크(T4) 내에서는 다량의 증발가스가 생성된다. 이때, 제4 저장탱크(T4)에서 생성된 증발가스는 제4 가스 라인(GL4), 가스 라인(GL) 및 제3 가스 라인(GL3)을 통해 치환 공정 대상인 제3 저장탱크(T3)의 치환용 가스로 공급함으로써, 제4 저장탱크(T4)의 쿨 다운 공정을 실시하는 것과 동시에 제3 저장탱크(T3)의 치환 공정을 실시할 수 있다.
- [121] 또한, 제4 저장탱크(T4)로부터 배출된 증발가스는, 압축기(100)에서 압축되고, 히터(200)에서 가열된 후, 제3 저장탱크(T3)의 치환용 가스로 공급될 수 있다.
- [122] 치환 공정은, 173,400M³급 LNG 운반선의 경우를 예로 들면, 약 6~8 MT/hr의 가스를 이용하여 하나의 저장탱크 당 약 6시간 정도 소요된다. 본 실시예에 따르면, 쿨 다운 공정을 실시하는 쿨 다운용 저장탱크로부터 배출되는 증발가스를 선박에 설치되는 기본 구성인 히터(200)를 이용하여 가열하여 치환

- 공정을 실시할 치환용 저장탱크의 치환용 가스로서 공급한다.
- [123] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 어느 하나의 쿨 다운용 저장탱크(T4)를 쿨 다운시키는 것과 동시에 쿨 다운을 실시하는 쿨 다운용 저장탱크(T4)에 인접한 치환용 저장탱크(T3)의 치환 공정을 실시할 수 있다.
- [124] 상술한 바와 같이, 비어있는 탱크에는 탱크의 건조 및 안전상의 문제로 불활성 가스가 채워져 있는데, 이와 같이 제3 저장탱크(T3)로 치환용 가스를 공급하면, 제3 저장탱크(T3) 내부에 채워져있던 불활성 가스가 밀려서 제3 리퀴드 라인(LL3)을 통해 배출된다.
- [125] 본 실시예에 따르면, 제4 저장탱크(T4)의 쿨 다운 공정과 동시에 제3 저장탱크(T3)의 치환 공정을 실시할 때, 제3 저장탱크(T3)로부터 불활성 가스를 제3 리퀴드 라인(LL3)을 통해 배출시킨다.
- [126] 제3 리퀴드 라인(LL3)을 따라 배출되는 불활성 가스는, 리퀴드 라인(LL) 및 제2 커넥팅 라인(CL2)을 따라 벤트 마스트(TM)로 이송된다.
- [127] 즉, 리퀴드 라인(LL)을 이용하여 제4 저장탱크(T4)로 쿨 다운용 LNG를 공급하는 것과 동시에, 리퀴드 라인으로 불활성 가스가 벤트 마스트(TM)를 향해 이송된다.
- [128] 한편, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 상술한 기본 구성들에 추가 구성을 활용하여 LNG 병커링 선박으로부터 선박으로 LNG를 수급할 때 생성되는 증발가스를 LNG 병커링 선박으로 회송하지 않고 선박 내에서 처리할 수도 있다.
- [129] 본 실시예에 따르면, 추가 구성으로서, 리퀴드 라인(LL)으로부터 각 저장탱크(T1, T2, T3, T4)로 각각 분기되어 연결되는 리퀴드 분기라인(LL1, LL2, LL3, LL4)이 후술할 격리밸브(IV)를 우회하여 연결되도록 구비되는 제1 커넥팅 라인(CL1); 및 제1 커넥팅 라인(CL1)이 리퀴드 라인(LL)에 연결되는 지점의 선미측 리퀴드 라인(LL)에 설치되어 전후단 유동을 차단하는 격리밸브(IV);를 더 포함할 수 있다.
- [130] 제1 커넥팅 라인(CL1)을 더 포함하는 경우, 제3 리퀴드 라인(LL3)을 따라 배출되는 불활성 가스는, 제1 커넥팅 라인(CL1), 리퀴드 라인(LL) 및 제2 커넥팅 라인(CL2)을 따라 벤트 마스트(TM)로 이송될 수 있다.
- [131] 제1 커넥팅 라인(CL1)과 제2 커넥팅 라인(CL2)은 리퀴드 라인(LL)으로부터 연결되는 것이 아니라, 제3 리퀴드 라인(LL3)으로부터 벤트 마스트(TM)로 직접 연결될 수도 있다. 이때, 커넥팅 라인(CL1, CL2)의 총 길이는 173K급 선박을 기준으로, 200A 규격의 배관으로서 최대 50m일 수 있다.
- [132] 일례로 제1 커넥팅 라인(CL1)은 제3 리퀴드 라인(LL3)과 리퀴드 라인(LL)에 구비되는 격리밸브(IV)의 후단을 연결한다.
- [133] 격리밸브(IV)는 리퀴드 크로스오버 라인(LC)이 리퀴드 라인(LL)과 만나는 지점과, 그 지점에서 첫 번째 만나는 LNG 저장탱크(T4)로 분기되는 지점 사이에 설치된다.
- [134] 또한, 격리밸브(IV)는 제1 커넥팅 라인(CL1)이 리퀴드 라인(LL)에 연결되는

- 지점과 리퀴드 크로스오버 라인(LC)이 연결되는 지점 사이에 설치된다.
- [135] 즉, 리퀴드 라인(LL)을 이용하여 제4 저장탱크(T4)로 쿨 다운용 LNG를 공급하는 것과 동시에, 리퀴드 라인(LL)을 통해 불활성 가스가 벤트 마스트(VM)로 이송될 수 있다. 이때, 격리밸브(IV)는 폐쇄된 상태에 있도록 하여 격리밸브(IV)를 기준으로 리퀴드 라인(LL)의 전후단 유동을 차단한다.
- [136] 한편, 격리밸브(IV)는 도 3에 도시된 바와 같이 리퀴드 크로스 오버라인(LC)과 리퀴드 라인(LL)이 연결되는 지점에 구비될 수도 있으며, 이 때 격리밸브(IV)는 3방향 밸브로 구비될 수 있다.
- [137] 도 3에 도시된 바와 같이 격리밸브(IV)가 3방향 밸브로 구비되는 경우, 상술한 바와 같이 쿨 다운 대상인 제4 저장탱크(T4)의 쿨 다운을 실시하고, 치환 대상인 제3 저장탱크(T3)의 치환 공정을 실시할 때, 격리밸브(IV)는 제3 저장탱크(T3)와 벤트 마스트(VM)가 연통되는 측으로는 개방되고, 리퀴드 크로스 오버라인(LC)과는 연통되는 측으로는 상호 연통되지 않도록 폐쇄될 수 있다.
- [138] 이와 같이, 제4 저장탱크(T4)의 쿨 다운을 실시하는 것과 동시에 제3 저장탱크(T3)의 치환 공정을 실시할 때, 격리밸브(IV)를 제어하여 크로스 오버라인(LC)과 스트리핑 라인(SL)은 연통되고, 크로스 오버라인(LC)과 리퀴드 라인(LL)은 연통되지 않도록 한다.
- [139]
- [140] 다음으로, 도 4 및 도 5를 참조하여, 본 실시예의 선박에 LNG를 공급하는 방법을 설명하며, 본 실시예에서는 제4 저장탱크(T4)로 LNG를 공급하는 방법을 대표적인 예로 들어 설명한다.
- [141] 예를 들어, 치환 공정 및 쿨 다운 공정을 마쳐 LNG를 공급받을 준비가 된 어느 하나의 공급용 저장탱크로 LNG를 공급하고, LNG를 공급하면서 공급용 저장탱크로부터 발생하는 증발가스를 가열하여 다른 하나의 치환용 저장탱크의 치환용 가스로 공급할 수도 있다.
- [142] 상술한 제4 저장탱크(T4)의 쿨 다운 공정을 실시하면서 발생하는 증발가스의 양은 약 120ton/hr 가량으로, 이 양은 제3 저장탱크(T3)의 치환 공정을 완료하기에 충분하다. 또한, 제3 저장탱크(T3)의 치환 공정을 마친 후 이어서 또 다른 치환용 탱크, 예를 들어 제2 저장탱크(T2)의 치환 공정의 일부를 실시하기에도 충분한 양이다.
- [143] 따라서, 후술하는 본 발명의 일 실시예는 쿨 다운 공정을 완료한 후의 제4 저장탱크(T4)로 LNG를 공급할 때, 제4 저장탱크(T4)에서 생성된 증발가스로 제2 저장탱크(T2)의 치환 공정을 실시하는 것을 예로 들어 설명한다.
- [144] 즉, 실질적으로 앞서 설명한 바와 같이, 제4 저장탱크(T4) 쿨 다운 공정을 실시할 때 바로 인접한 저장탱크인 제3 저장탱크(T3)의 치환 공정은 완료된다. 그 후 쿨 다운 공정이 완료된 제4 저장탱크(T4)로 LNG를 공급할 때 제4 저장탱크(T4)에서 생성되는 증발가스는 제2 저장탱크(T2) 및/또는 제1 저장탱크(T1), 즉 또 다른 저장탱크의 치환 공정을 실시하는데 사용될 수 있다.

- [145] 본 실시예에서 격리밸브(IV)는, 쿨 다운이 완료된 제4 저장탱크(T4)로 LNG를 공급할 때, 제4 저장탱크(T4)로부터 배출되는 증발가스를 제2 저장탱크(T2) 또는 제1 저장탱크(T1)의 치환용 가스로서 공급하기 위해 LNG가 유동하는 방향과 치환용 가스가 유동하는 방향을 상호 차단시키는 역할을 한다.
- [146] 본 실시예에 따른 선박은 매니폴드(L)를 통해 LNG 병커링 선박과 연결된다. LNG 병커링 선박으로부터 제4 저장탱크(T4)로 공급할 시운전용 LNG가 리퀴드 크로스오버 라인(LC), 리퀴드 라인(LL) 및 제4 리퀴드 라인(LL4)을 따라 제4 저장탱크(T4)로 공급된다.
- [147] 제4 저장탱크(T4)로 LNG가 공급되면, 제4 저장탱크(T4) 내에서는 다량의 증발가스가 생성된다. 이때, 제4 저장탱크(T4)에서 생성된 증발가스는 제4 가스 라인(GL4), 가스 라인(GL) 및 제2 가스 라인(GL2)을 통해 제2 저장탱크(T2)의 치환용 가스로서 공급함으로써, 제4 저장탱크(T4)로 LNG 공급하는 공정을 실시하는 것과 동시에 제2 저장탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 수 있다.
- [148] 또한, 제4 저장탱크(T4)로부터 배출된 증발가스는, 압축기(100)에서 압축되고, 히터(200)에서 가열된 후, 제2 저장탱크(T2)의 치환용 가스로서 공급될 수 있다.
- [149] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 어느 하나의 공급용 저장탱크(T4)에 LNG를 공급하는 것과 동시에 공급용 저장탱크(T4) 및 공급용 저장탱크(T4)의 공급 공정 이전의 쿨 다운 공정을 실시할 때 동시에 치환 공정이 이미 완료된 저장탱크(T3) 외에 또 다른 치환용 저장탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 수 있다.
- [150] 상술한 바와 같이, 비어있는 탱크에는 탱크의 건조 및 안전상의 문제로 불활성 가스가 채워져 있는데, 이와 같이 제2 저장탱크(T2)로 치환용 가스를 공급하면, 내부에 채워져있던 불활성 가스가 밀려서 제2 리퀴드 라인(LL2)을 통해 배출된다.
- [151] 본 실시예에 따르면, 제4 저장탱크(T4)에 LNG를 공급하는 것과 동시에 제2 저장탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 때, 제2 저장탱크(T2)로부터 불활성 가스를 제2 리퀴드 라인(LL2)을 통해 배출시킨다.
- [152] 제2 리퀴드 라인(LL2)을 따라 배출되는 불활성 가스는, 리퀴드 라인(LL) 및 제2 커넥팅 라인(CL2)을 따라 벤트 마스트(TM)로 이송된다.
- [153] 즉, 리퀴드 라인(LL)을 이용하여 선미 측 저장탱크인 제4 저장탱크(T4)로 LNG를 공급하는 것과 동시에, 격리밸브(IV)를 기준으로 선수 측으로 연결되는 리퀴드 라인으로는 불활성 가스가 벤트 마스트(TM)를 향해 이송된다.
- [154] 이때, 격리밸브(IV)는 폐쇄된 상태에 있도록 하여 격리밸브(IV)를 기준으로 선미 측 리퀴드 라인(LL)과 선수 측 리퀴드 라인(LL)의 유동을 차단한다.
- [155] 한편, 격리밸브(IV)는 도 5에 도시된 바와 같이 리퀴드 크로스 오버라인(LC)과 리퀴드 라인(LL)이 연결되는 지점에 구비될 수도 있으며, 이 때 격리밸브(IV)는 3방향 밸브로 구비될 수 있다.
- [156] 도 5에 도시된 바와 같이 격리밸브(IV)가 3방향 밸브로 구비되는 경우, 상술한 바와 같이 공급용 저장탱크인 제4 저장탱크(T4)로 LNG를 공급하고, 치환용

저장탱크인 제2 저장탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 때, 격리밸브(IV)는 리퀴드 크로스오버 라인(LC)과 리퀴드 라인(LL)의 일부가 연통되고, 리퀴드 크로스오버 라인(LC)과 스트리핑 라인(SL)은 연통되지 않도록 제어된다.

- [157] 단, 격리밸브(IV)의 제어에 의해 리퀴드 크로스오버 라인(LC)과 리퀴드 라인(LL)은, 공급용 저장탱크, 즉 제4 저장탱크(T4) 측으로만 연통되고, 치환용 저장탱크, 즉 제2 저장탱크(T2) 측으로는 연통되지 않는다.
- [158] 다시 말해, 제4 저장탱크(T4)로 LNG를 공급하는 것과 동시에 제2 저장탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 때, 제4 저장탱크(T4)로의 LNG 공급과 제2 저장탱크(T2)로부터의 불활성 가스 배출이 모두 리퀴드 라인(LL)을 통해 이루어지지만, 격리밸브(IV)는, 격리밸브(IV)를 기준으로 LNG가 매니폴드(L)로부터 제4 저장탱크(T4)로 유동하는 경로와, 불활성 가스가 제2 저장탱크(T2)로부터 벤트 마스트(TM)로 유동하는 경로를 차단시켜 상호 격리시킨다.
- [159]
- [160] 다음으로, 도 6 내지 도 10을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 선박의 액화가스 연료 공급 시스템 및 방법을 설명하기로 한다.
- [161] 본 발명의 일 실시예에 따른 선박은, 둘 이상의 LNG 연료탱크(T1, T2)와, LNG 연료탱크(T1, T2)로 LNG를 공급하기 위하여 LNG 병커링 선박 등 LNG를 공급해주는 선박 또는 터미널과 연결되는 매니폴드(L)와, LNG 연료탱크(T1, T2)와 매니폴드를 연결하는 유체 이송배관을 포함한다.
- [162] 유체 이송배관은, LNG 공급 선박으로부터 둘 이상의 LNG 연료탱크(T1, T2) 중 어느 하나의 LNG 연료탱크(T1, T2)로 LNG를 공급하는 액화가스 라인과, 어느 하나의 LNG 연료탱크로 LNG를 공급함으로써 생성되는 증발가스를 배출시키는 가스 배출 라인과, 증발가스를 하나 이상의 다른 LNG 저장탱크에 공급하는 가스 공급 라인을 포함한다.
- [163] 후술하는 본 실시예에서 액화가스 라인은, 리퀴드 라인(LL) 및 리퀴드 분기라인(LL1, LL2), 스트리핑 라인(SL) 및 스트리핑 분기라인(SL1, SL2)을 의미할 수 있다.
- [164] 또한, 가스 배출 라인(GL) 및 가스 분기라인(GL1, GL2) 그리고 커넥트 라인(CL)을 의미할 수 있으며, 또는 리퀴드 라인(LL) 및 리퀴드 분기라인(LL1, LL2)을 따라 가스가 유동할 때에는 리퀴드 라인(LL) 및 리퀴드 분기라인(LL1, LL2)을 의미할 수도 있다.
- [165] 또한, 가스 공급 라인은 가스 라인(GL) 및 가스 분기라인(GL1, GL2)을 의미할 수 있다.
- [166] 본 실시예의 선박에는 다수대의 LNG 저장탱크가 구비될 수 있고, 다수대의 LNG 저장탱크는, 둘 이상의 LNG 연료탱크(T1, T2)를 포함할 수 있으며, 또한 선박이 LNG 운반선인 경우에는 하나 이상의 LNG 화물탱크를 더 포함할 수 있다.

- [167] 본 실시예에서 선박은 LNG 벙커링 선박과 연결되어 LNG 벙커링 선박으로부터 매니폴드를 통해 LNG 연료탱크(T1, T2)로 LNG를 공급받는 것, 즉 LNG 벙커링 시 증발가스를 처리하는 방법을 예로 들어 설명하기로 한다.
- [168] 또한, 본 발명의 일 실시예에서는 선박의 벙커링을 목적으로 LNG 벙커링 선박으로부터 LNG 저장탱크의 초기 쿨 다운용 LNG 또는 시운전용 LNG를 공급하는 것, 또는 LNG 연료를 공급(충전)하는 것을 예로 들어 설명한다. 그러나, 이에 한정하는 것은 아니고, LNG 연료 선박의 LNG 연료탱크에 LNG를 공급하는 경우나 LNG 연료탱크로 LNG를 공급하는 경우 등 둘 이상의 LNG 탱크가 구비되는 LNG 선박에 있어서 LNG 탱크로 LNG를 공급하는 경우에는 어떠한 경우에도 다양하게 적용될 수 있을 것이다.
- [169] 또한, 도면에 도시되어 있지는 않지만, 본 실시예에 따른 선박은, LNG 연료탱크(T1, T2)에 저장된 LNG를 연료로 사용하여 추진 에너지를 생성하는 메인 엔진과, LNG 연료탱크(T1, T2)에 저장된 LNG를 연료로 사용하여 전기 에너지를 생성하는 발전 엔진과, LNG 연료탱크(T1, T2)에 저장된 LNG 또는 LNG가 자연기화하여 생성된 증발가스를 메인 엔진 및 발전 엔진의 연료로 공급하는 연료 공급부와, 증발가스를 재액화시켜 LNG 연료탱크(T1, T2)로 회수하는 재액화부와, 증발가스 또는 엔진으로부터 트립된 가스를 처리하는 가스 처리부(100, 200)를 포함할 수 있다.
- [170] 또한, LNG 연료탱크(T1, T2)는 둘 이상이 구비될 수 있으며, 본 실시예에서는 도 6 내지 도 10에 도시된 바와 같이 2대의 LNG 연료탱크(T1, T2)가 구비되는 것을 예로 들어 도시하였다.
- [171] 이와 같이 본 실시예에서는 2대의 LNG 연료탱크(T1, T2)가 구비되는 것을 예로 들어 설명하지만 이에 한정하는 것은 아니다. 또한, 본 실시예에서는 선수부에 설치되는 LNG 연료탱크부터 선미부에 설치되는 LNG 연료탱크까지 차례로 제1 연료탱크(T1) 및 제2 연료탱크(T2)라 칭하기로 한다.
- [172] 매니폴드는, 액체 상태의 유체가 유동하는 리퀴드용과 기체 상태의 유체가 유동하는 베이퍼용이 따로 구비되나, 도 6 내지 도 10에는 본 실시예를 설명하는데 있어서 필요한 리퀴드용 매니폴드(L)만 도시하였다.
- [173] 유체 이송배관은, 매니폴드(L)와 LNG 연료탱크(T1, T2) 사이에서 액체 상태의 LNG가 이송되도록 구비되는 리퀴드 라인(LL) 및 스트리핑 라인(SL), 그리고 기체 상태의 천연가스가 이송되도록 구비되는 가스 라인(GL)을 포함한다.
- [174] 리퀴드 라인(LL) 및 스트리핑 라인(SL)은 매니폴드(L)와 리퀴드 크로스오버 라인(LC)을 통해 연결된다.
- [175] LNG 연료탱크(T1, T2)로부터 매니폴드(L)를 통해 LNG를 하역(unloading)할 때와, 매니폴드(L)를 통해 LNG 연료탱크(T1, T2)로 LNG를 공급(loading)할 때에는, LNG가 리퀴드 라인(LL)을 통해 이송될 수 있다.
- [176] 또한, 매니폴드(L)를 통해 LNG 연료탱크(T1, T2)로 LNG를 분사해주기 위한 목적과 LNG 연료탱크(T1, T2) 내의 LNG를 스트리핑시키기 위한 목적으로

LNG를 이송할 때에는 스트리핑 라인(SL)을 따라 LNG가 유동할 수 있다.

- [177] 본 실시예의 선박은, 리퀴드 라인(LL)으로부터 각 LNG 연료탱크(T1, T2)를 향해 분기되는 리퀴드 분기라인을 더 포함한다. 보다 구체적으로는, 리퀴드 라인(LL)으로부터 제1 연료탱크(T1)로 분기되는 제1 리퀴드 라인(LL1) 및 리퀴드 라인(LL)으로부터 제2 연료탱크(T2)로 분기되는 제2 리퀴드 라인(LL2)을 포함한다.
- [178] 제1 내지 제2 리퀴드 라인(LL1, LL2)은 각각 LNG 연료탱크(T1, T2, T3, T4)의 내부 저면까지 연장될 수 있다.
- [179] 또한, 스트리핑 라인(SL)으로부터 각 LNG 연료탱크(T1, T2)를 향해 분기되는 스트리핑 분기라인을 더 포함한다. 보다 구체적으로는, 스트리핑 라인(SL)으로부터 제1 연료탱크(T1)로 분기되는 제1 스트리핑 라인(SL1) 및 스트리핑 라인(SL)으로부터 제2 연료탱크(T2)로 분기되는 제2 스트리핑 라인(SL2)을 포함한다.
- [180] 제1 내지 제2 스트리핑 라인(SL1, SL2)은 각각 LNG 연료탱크(T1, T2)의 리퀴드돔 또는 가스돔을 통해 연결되며, 탱크 상부에 설치되는 분사노즐과 연결된다.
- [181] 즉, 제1 내지 제2 스트리핑 라인(SL1, SL2)을 통해 LNG 연료탱크(T1, T2)로 이송되는 LNG는 탱크 상부에서 하부를 향해 분사 공급될 수 있다.
- [182] 또한, 제1 내지 제2 스트리핑 라인 (SL1, SL2)은 각각 LNG 연료탱크(T1, T2) 내부의 하부까지 그 길이가 더 연장되어 있을 수도 있다.
- [183] 본 실시예의 가스 라인(GL)은 증발가스 처리부와 LNG 연료탱크(T1, T2)를 연결하는데, 도 6 내지 도 10에는 LNG 연료탱크(T1, T2)로부터 배출된 증발가스가 유동하는 가스 라인(GL)만이 도시되어 있지만, 기체 상태의 천연가스가 LNG 연료탱크(T1, T2)와 매니폴드 및 증발가스 처리부 사이를 유동하도록 구비되는 베이퍼 라인을 더 포함할 수 있다.
- [184] 가스 라인(GL)은 각 LNG 연료탱크(T1, T2)의 가스돔으로부터 증발가스 처리부로 연결되는 가스 분기라인을 포함한다. 보다 구체적으로는, 가스 라인(GL)으로부터 제1 연료탱크(T1)로 분기되는 제1 가스 라인(GL1) 및 가스 라인(GL)으로부터 제2 연료탱크(T2)로 분기되는 제2 가스 라인(GL2)을 포함한다.
- [185] 또한, 도면에 도시되어 있지는 않지만, 증발가스 처리부는, LNG 연료탱크(T1, T2)에서 생성된 증발가스를 압축하여 엔진의 연료로서 공급하는 증발가스 연료 공급부와, 증발가스를 재액화시켜 LNG 연료탱크(T1, T2)로 회수하는 재액화부와, 증발가스를 연소시켜 처리하는 GCU(Gas Combustion Unit)를 포함할 수 있다.
- [186] 또한, 증발가스 처리부는, LNG 연료탱크(T1, T2)에서 생성된 증발가스를 가압하는 압축기(100); 압축기(100)에 의해 압축된 증발가스를 가열하는 히터(200)를 더 포함할 수 있다.

- [187] 또한, 도면에 도시되어 있지는 않지만, 제1 내지 제2 가스 라인(GL1, GL2)은 각각 증발가스를 대기중으로 방출시키는 벤트 마스트(VM)와 연결될 수 있다. 즉, 필요에 따라서는 벤트 마스트(VM)를 통해 증발가스를 벤팅시켜 처리할 수도 있다.
- [188] 또한, 본 실시예에 따른 선박의 액화가스 연료 공급 시스템은, 리퀴드 라인(LL)과 벤트 마스트(VM)를 연결하는 커넥팅 라인(CL);을 더 포함한다.
- [189] 본 실시예의 커넥팅 라인(CL)은 리퀴드 라인(LL)과 벤트 마스트(VM)를 연결한다. 또한, 커넥팅 라인(CL)은 리퀴드 라인(LL)과 제1 연료탱크(T1)의 가스돔을 연결할 수도 있다.
- [190] 상술한 구성들은 일반적으로 LNG 선박에 기본 설치되는 구성이며, 본 실시예는 상술한 기본 구성들을 활용하여, LNG 병커링 선박으로부터 본 실시예의 선박으로 LNG를 수급할 때 생성되는 증발가스를 LNG 병커링 선박으로 회송하지 않고 선박 내에서 처리할 수 있는 방법을 제안한다.
- [191] 후술하는 실시예에서는 제1 연료탱크(T1)로 LNG를 공급하는 것을 기준으로 설명하나, 이에 한정되는 것은 아니고, 그 설명이 생략되더라도 다른 쿨 다운 또는 LNG 공급 대상 LNG 연료탱크(T1, T2)로 LNG를 공급할 때에도 그 대상만을 달리하여 동일하게 적용되도록 이해될 수 있을 것이다.
- [192] 본 실시예에 따르면, 둘 이상의 LNG 연료탱크(T1, T2)의 쿨 다운 공정과 치환 공정, 그리고 공급 공정과 치환 공정을 동시에 실시할 수 있다.
- [193] 예를 들어, 치환 공정을 마친 어느 하나의 연료탱크(T1)를 쿨 다운시키고, 연료탱크를 쿨 다운시키면서 발생하는 증발가스를 가열하여 다른 하나의 연료탱크(T2)의 치환용 가스로 공급한다.
- [194] 또한, 쿨 다운을 마친 연료탱크(T1)로 LNG를 공급하며, LNG를 공급하면서 발생하는 증발가스를 가열하여 다른 하나의 연료탱크(T2)의 치환용 가스로 공급할 수도 있다.
- [195]
- [196] 도 7 및 도 8을 참조하여 LNG 연료탱크(T1, T2)의 쿨 다운 방법을 설명하며, 본 실시예에서는 쿨 다운 대상 연료탱크로서 제1 연료탱크(T1)를 쿨 다운시키는 방법을 대표적인 예로 들어 설명한다.
- [197] 본 실시예에 따른 선박은 매니폴드(L)를 통해 LNG 병커링 선박과 연결된다. LNG 병커링 선박으로부터 제1 연료탱크(T1)를 쿨 다운시킬 LNG가 리퀴드 크로스오버 라인(LC), 스트리핑 라인(SL) 및 제1 스트리핑 라인(SL1)을 따라 제1 연료탱크(T1)로 분사 공급된다.
- [198] 제1 연료탱크(T1)로 쿨 다운용 LNG가 분사 공급되면, 제1 연료탱크(T1) 내에서는 다량의 증발가스가 생성된다. 이때, 제1 연료탱크(T1)에서 생성된 증발가스는 제1 가스 라인(GL1), 가스 라인(GL) 및 제2 가스 라인(GL2)을 통해 치환 공정 대상인 제2 연료탱크(T2)의 치환용 가스로 공급함으로써, 제1 연료탱크(T1)의 쿨 다운 공정을 실시하는 것과 동시에 제2 연료탱크(T2)의 치환

공정을 실시할 수 있다.

- [199] 또한, 제1 연료탱크(T1)로부터 배출된 증발가스는, 압축기(100)에서 압축되고, 히터(200)에서 가열된 후, 제2 연료탱크(T2)의 치환용 가스로 공급될 수 있다.
- [200] 치환 공정은, 173,400M³급 LNG 운반선의 경우를 예로 들면, 약 6 ~ 8 MT/hr의 가스를 이용하여 하나의 연료탱크 당 약 6시간 정도 소요된다. 본 실시예에 따르면, 쿨 다운 공정을 실시하는 제1 연료탱크(T1)로부터 배출되는 증발가스를 선박에 설치되는 기본 구성인 히터(200)를 이용하여 가열하여 치환 공정을 실시할 제2 연료탱크(T2)의 치환용 가스로서 공급한다.
- [201] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 어느 하나의 쿨 다운용 연료탱크(T1)를 쿨 다운시키는 것과 동시에 쿨 다운을 실시하는 쿨 다운용 연료탱크(T1)에 인접한 치환용 연료탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 수 있다.
- [202] 상술한 바와 같이, 비어있는 탱크에는 탱크의 건조 및 안전상의 문제로 불활성 가스가 채워져 있는데, 이와 같이 제2 연료탱크(T2)로 치환용 가스를 공급하면, 제2 연료탱크(T2) 내부에 채워져있던 불활성 가스가 밀려서 제2 리퀴드 라인(LL2)을 통해 배출된다.
- [203] 본 실시예에 따르면, 제1 연료탱크(T1)의 쿨 다운 공정과 동시에 제2 연료탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 때, 제2 연료탱크(T2)로부터 불활성 가스를 제2 리퀴드 라인(LL2)을 통해 배출시킨다.
- [204] 제2 리퀴드 라인(LL2)을 따라 배출되는 불활성 가스는, 리퀴드 라인(LL) 및 커넥팅 라인(CL)을 따라 벤트 마스트(TM)로 이송된다.
- [205] 즉, 리퀴드 라인(LL)을 이용하여 제1 연료탱크(T1)로 쿨 다운용 LNG를 공급하는 것과 동시에, 리퀴드 라인(LL)을 이용하여 제2 연료탱크(T2)로부터 배출되는 불활성 가스를 벤트 마스트(TM)로 이송한다.
- [206] 한편, 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 상술한 기본 구성들에 추가 구성을 활용하여 LNG 벙커링 선박으로부터 선박으로 LNG를 수급할 때 생성되는 증발가스를 LNG 벙커링 선박으로 회송하지 않고 선박 내에서 처리할 수도 있다.
- [207] 본 실시예에 따르면, 추가 구성으로서, 리퀴드 라인(LL)에 설치되어 전후단 유동을 차단하는 격리밸브(IV);를 더 포함할 수 있다.
- [208] 커넥팅 라인(CL)은 리퀴드 라인(LL)으로부터 연결되는 것이 아니라, 리퀴드 분기라인으로부터 벤트 마스트(TM)로 직접 연결될 수도 있다. 이때, 커넥팅 라인(CL)의 총 길이는 173K급 선박을 기준으로, 200A 규격의 배관으로서 최대 50m일 수 있다.
- [209] 본 실시예의 격리밸브(IV)는 리퀴드 크로스오버 라인(LC)이 리퀴드 라인(LL)과 만나는 지점 또는 그 지점에서 어느 하나의 리퀴드 분기라인이 어느 하나의 LNG 연료탱크(T1, T2)로 분기되는 지점 사이에 설치된다.
- [210] 본 실시예의 도면에서 격리밸브(IV)는, 리퀴드 크로스오버 라인(LC)이 리퀴드 라인(LL)과 만나는 지점과, 리퀴드 라인(LL)으로부터 제2 리퀴드 라인(LL2)이 분기되는 지점 사이에 구비되거나 또는 리퀴드 크로스오버 라인(LC)과 리퀴드

라인(LL)이 리퀴드 라인(LL)과 만나는 지점에 구비되는 것을 예로 들어 도시하였다.

- [211] 즉, 리퀴드 라인(LL) 또는 스트리핑 라인(SL)을 이용하여 제1 연료탱크(T1)로 LNG를 공급하는 것과 동시에, 리퀴드 라인(LL)을 통해 불활성 가스가 벤트 마스트(TM)로 이송될 수 있다. 이때, 격리밸브(IV)는 폐쇄된 상태에 있도록 하여 격리밸브(IV)를 기준으로 리퀴드 라인(LL)의 전후단 유동을 차단하여, 불활성 가스가 제1 연료탱크(T1) 측으로 흘러들어가지 않도록 할 수 있다.
- [212] 한편, 격리밸브(IV)는 도 8에 도시된 바와 같이 리퀴드 크로스 오버라인(LC)과 리퀴드 라인(LL)이 연결되는 지점에 구비되는 경우, 격리밸브(IV)는 3방향 밸브로 구비될 수 있다.
- [213] 도 8에 도시된 바와 같이 격리밸브(IV)가 3방향 밸브로 구비되는 경우, 상술한 바와 같이 쿨 다운 대상인 제1 연료탱크(T1)의 쿨 다운을 실시하고, 치환 대상인 제2 연료탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 때, 격리밸브(IV)는 제2 연료탱크(T2)와 벤트 마스트(TM)가 연통되는 측으로는 개방되고, 리퀴드 크로스 오버라인(LC)과는 연통되는 측으로는 상호 연통되지 않도록 폐쇄될 수 있다.
- [214] 이와 같이, 제1 연료탱크(T1)의 쿨 다운을 실시하는 것과 동시에 제2 연료탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 때, 격리밸브(IV)를 제어하여 크로스 오버라인(LC)과 스트리핑 라인(SL)은 연통되고, 크로스 오버라인(LC)과 리퀴드 라인(LL)은 연통되지 않도록 한다.
- [215]
- [216] 다음으로, 도 9 및 도 10을 참조하여, 본 실시예의 선박에 LNG를 공급하는 방법을 설명하며, 본 실시예에서는 제1 연료탱크(T1)로 LNG를 공급하는 방법을 대표적인 예로 들어 설명한다.
- [217] 예를 들어, 치환 공정 및 쿨 다운 공정을 마쳐 LNG를 공급받을 준비가 된 어느 하나의 공급용 연료탱크로 LNG를 공급하고, LNG를 공급하면서 공급용 연료탱크로부터 발생하는 증발가스를 가열하여 다른 하나의 치환용 연료탱크의 치환용 가스로 공급할 수도 있다.
- [218] 상술한 제1 연료탱크(T1)의 쿨 다운 공정을 실시하면서 발생하는 증발가스의 양은 약 120ton/hr 가량으로, 이 양은 제2 연료탱크(T2)의 치환 공정을 완료하기에 충분하다. 또한, 제2 연료탱크(T2)의 치환 공정을 마친 후 이어서 또 다른 치환 대상 연료탱크 또는 화물탱크의 치환 공정을 실시할 수도 있다.
- [219] 후술하는 본 발명의 일 실시예는 제1 연료탱크(T1)로 LNG를 공급할 때, 제1 연료탱크(T1)에서 생성된 증발가스로 제2 연료탱크(T2)의 치환 공정을 실시하는 것을 예로 들어 설명하지만, 실질적으로 앞서 설명한 바와 같이, 제1 연료탱크(T1) 쿨 다운 공정을 실시할 때 바로 인접한 연료탱크인 제2 연료탱크(T2)의 치환 공정은 완료된다. 그 후 쿨 다운 공정이 완료된 제1 연료탱크(T1)로 LNG를 공급할 때 제1 연료탱크(T1)에서 생성되는 증발가스는 제1 연료탱크(T1)의 쿨 다운 시 치환된 연료탱크 외에 또 다른 연료탱크나 LNG

저장탱크의 치환 공정을 실시하는데 사용될 수 있다.

- [220] 본 실시예에서 격리밸브(IV)는, 쿨 다운이 완료된 제1 연료탱크(T1)로 LNG를 공급할 때, 제1 연료탱크(T1)로부터 배출되는 증발가스를 제2 연료탱크(T2) 또는 또 다른 LNG 저장탱크의 치환용 가스로서 공급하기 위해 LNG가 유동하는 방향과 치환용 가스가 유동하는 방향을 상호 차단시키는 역할을 한다.
- [221] 본 실시예에 따른 선박은 매니폴드(L)를 통해 LNG 병커링 선박과 연결된다. LNG 병커링 선박으로부터 제1 연료탱크(T1)로 공급할 LNG 연료가 리퀴드 크로스오버 라인(LC), 리퀴드 라인(LL) 및 제1 리퀴드 라인(LL1)을 따라 제4 연료탱크(T1)로 공급된다.
- [222] 제1 연료탱크(T1)로 LNG가 공급되면, 제1 연료탱크(T1) 내에서는 다량의 증발가스가 생성된다. 이때, 제1 연료탱크(T1)에서 생성된 증발가스는 제1 가스 라인(GL1), 가스 라인(GL) 및 제2 가스 라인(GL2)을 통해 제2 연료탱크(T2)의 치환용 가스로서 공급함으로써, 제1 연료탱크(T1)로 LNG 공급하는 공정을 실시하는 것과 동시에 제2 연료탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 수 있다.
- [223] 또한, 제1 연료탱크(T1)로부터 배출된 증발가스는, 압축기(100)에서 압축되고, 히터(200)에서 가열된 후, 제2 연료탱크(T2)의 치환용 가스로서 공급될 수 있다.
- [224] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 어느 하나의 공급용 연료탱크(T1)에 LNG를 공급하는 것과 동시에 공급용 연료탱크(T1) 및 공급용 연료탱크(T1)의 공급 공정 이전의 쿨 다운 공정을 실시할 때 동시에 치환 공정이 이미 완료된 연료탱크 외에 또 다른 치환용 연료탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 수 있다.
- [225] 상술한 바와 같이, 비어있는 탱크에는 탱크의 건조 및 안전상의 문제로 불활성 가스가 채워져 있는데, 이와 같이 제2 연료탱크(T2)로 치환용 가스를 공급하면, 내부에 채워져있던 불활성 가스가 밀려서 제2 리퀴드 라인(LL2)을 통해 배출된다.
- [226] 본 실시예에 따르면, 제1 연료탱크(T1)에 LNG를 공급하는 것과 동시에 제2 연료탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 때, 제2 연료탱크(T2)로부터 불활성 가스를 제2 리퀴드 라인(LL2)을 통해 배출시킨다.
- [227] 제2 리퀴드 라인(LL2)을 따라 배출되는 불활성 가스는, 리퀴드 라인(LL) 및 커넥팅 라인(CL)을 따라 벤트 마스트(TM)로 이송된다.
- [228] 예를 들어, 리퀴드 라인(LL)을 이용하여 선미 측 연료탱크인 제1 연료탱크(T4)로 LNG를 공급하는 것과 동시에, 격리밸브(IV)를 기준으로 선수 측으로 연결되는 리퀴드 라인으로는 불활성 가스가 벤트 마스트(TM)를 향해 이송된다.
- [229] 이때, 격리밸브(IV)는 폐쇄된 상태에 있도록 하여 격리밸브(IV)를 기준으로 선미 측 리퀴드 라인(LL)과 선수 측 리퀴드 라인(LL)의 유동을 차단한다.
- [230] 한편, 격리밸브(IV)는 도 10에 도시된 바와 같이 리퀴드 크로스 오버라인(LC)과 리퀴드 라인(LL)이 연결되는 지점에 구비될 수도 있으며, 이 때 격리밸브(IV)는 3방향 밸브로 구비될 수 있다.

[231]

[232] 도 10에 도시된 바와 같이 격리밸브(IV)가 3방향 밸브로 구비되는 경우, 상술한 바와 같이 공급용 연료탱크인 제1 연료탱크(T1)로 LNG를 공급하고, 치환용 연료탱크인 제2 연료탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 때, 격리밸브(IV)는 리퀴드 크로스오버 라인(LC)과 제1 리퀴드 라인(LL1)이 분기되는 측으로의 리퀴드 라인(LL)은 연통되고, 제2 리퀴드 라인(LL2)이 분기되는 측으로의 리퀴드 라인(LL)과는 연통되지 않도록 제어된다.

[233] 단, 격리밸브(IV)의 제어에 의해 리퀴드 크로스오버 라인(LC)과 리퀴드 라인(LL)은, 공급용 연료탱크, 즉 제1 연료탱크(T1) 측으로만 연통되고, 치환용 연료탱크, 즉 제2 연료탱크(T2) 측으로는 연통되지 않는다.

[234] 이와 같이, 제1 연료탱크(T1)로 LNG를 공급하는 것과 동시에 제2 연료탱크(T2)의 치환 공정을 실시할 때, 제1 연료탱크(T1)로의 LNG 공급과 제2 연료탱크(T2)로부터의 불활성 가스 배출이 모두 리퀴드 라인(LL)을 통해 이루어지지만, 격리밸브(IV)는, 격리밸브(IV)를 기준으로 LNG가 매니폴드(L)로부터 제1 연료탱크(T1)로 유동하는 경로와, 불활성 가스가 제2 연료탱크(T2)로부터 벤트 마스트(TM)로 유동하는 경로를 차단시켜 상호 격리시킨다.

[235]

[236] 이상과 같이 본 발명에 따른 실시예를 살펴보았으며, 앞서 설명된 실시예 이외에도 본 발명이 그 취지나 범주에 벗어남이 없이 다른 특정 형태로 구체화될 수 있다는 사실은 해당 기술에 통상의 지식을 가진 이들에게는 자명한 것이다. 그러므로 상술한 실시예는 제한적인 것이 아니라 예시적인 것으로 여겨져야 하고, 이에 따라 본 발명은 상술한 설명에 한정되지 않고, 첨부된 청구항의 범주 및 그 동등 범위 내에서 변경될 수도 있다.